

광역 역광 보정(WDR)

포렌식 가치를 위한 WDR 솔루션

3월 2026

요약

매우 어둡고 매우 밝은 부분이 공존하는 장면은 카메라에 큰 문제입니다. 보안에 있어서 이러한 광역 역광 보정(WDR) 장면의 일반적인 예로는 입구, 주차장, 터널 등이 있는데, 밝은 외부와 어두운 실내 사이 조명 대비가 큼니다. 직사광선과 짙은 그늘이 있는 야외 장면 또한 문제입니다.

카메라가 전체 장면 내용을 보다 잘 구현할 수 있게 하는 몇 가지 방법이 개발되었습니다. 모든 장면과 상황에 적합한 단일 기술은 없으며, 모든 방법에는 아티팩트라고 하는 다양한 시각적 변형이 유발되는 단점이 있습니다.

Axis는 고대비의 어려운 장면 이미징에서 혁신적인 개선을 이룬 두 가지 포렌식 솔루션을 포함하여 다양한 WDR 솔루션을 제공합니다. 밝은 부분을 과도하게 노출하지 않고 장면의 어두운 부분을 자세히 볼 수 있는 Axis WDR 솔루션의 성능은 비교할 수 없이 우수하며 이미지에 특출한 포렌식 가치를 부여합니다.

Axis WDR 솔루션에는 Forensic WDR, WDR - 포렌식 캡처, WDR - 다이내믹 캡처, WDR - 다이내믹 대비가 포함됩니다. 대부분의 Axis 카메라는 이중 노출 기반 방식인 Forensic WDR을 사용합니다. 이 기능을 끄면 카메라가 자동으로 WDR - 다이내믹 대비로 전환됩니다.

일부 Axis 카메라는 다이내믹 레인지를 확장하기 위해 이처럼 다양한 방법을 지정되지 않은 방식으로 조합하여 사용합니다. 이러한 카메라에서 WDR 솔루션은 각 특정 카메라에 맞게 조정되며 데이터시트 및 기타 제품 정보에 "WDR"로 표시됩니다.

카메라의 다이내믹 레인지 성능은 일반적으로 dB 값으로 표시되지만, 실제 WDR 성능은 측정하기가 어렵고 장면의 복잡성, 장면 내 움직임의 양, 카메라의 이미지 처리 성능 등 다른 요인에 따라 달라집니다.

카메라 개발 과정에서 Axis는 높은 dB 값을 측정하고 명시하는 것보다 포렌식 사용성과 이미지 품질을 우선시합니다. 이러한 우선순위 지정에 따라, 따라서 특정 다이내믹 레인지가 지정된 Axis 카메라는 dB 값이 더 높은 경쟁사 카메라보다 성능이 매우 우수할 수 있습니다.

목차

1	서론	4
2	광역 역광 보정(WDR) 장면	4
3	카메라 다이내믹 레인지의 물리적 제약	5
3.1	픽셀 크기 및 노출 시간	5
3.2	노이즈 및 비트 심도	5
3.3	이미지 디스플레이	5
4	카메라 다이내믹 레인지 확대를 위한 일반적인 방법	6
4.1	이중 또는 다중 노출 사용	6
4.2	이중 또는 다중 감도 픽셀 사용	6
4.3	대비 증강 사용	6
4.4	국소 대비 증강 사용	6
5	Axis 카메라의 WDR 이미징	7
5.1	Axis가 설명하는 WDR 성능	7
5.2	Axis WDR 솔루션	7
6	dB 단위의 다이내믹 레인지 성능	9
7	WDR 이미징의 아티팩트	9

1 서론

전통적으로 카메라는 광역 역광 보정(WDR)의 장면, 즉 조도 변화가 많은 장면으로 인해 어려움을 겪습니다. 이 백서에서는 카메라의 다이내믹 레인지 한계에 관련된 기술을 설명하고, 우수한 WDR 성능을 달성하기 위한 일반적인 방법들을 소개하며, 최대한의 포렌식 가치와 활용성을 갖춘 Axis WDR 솔루션을 제시합니다.

2 광역 역광 보정(WDR) 장면

다이내믹 레인지는 장면 또는 이미지에서 가장 어두운 부분과 가장 밝은 부분 사이 조도 차이를 의미합니다. 따라서, 광역 역광 보정(WDR)이 있는 장면에는 매우 밝은 영역과 매우 어두운 영역이 모두 동시에 포함되어 있습니다. 일반적인 감시의 예:

- 입구와 같이 바깥은 밝고 실내는 어두운 환경.
- 바깥은 밝고 실내는 조도가 낮은 주차장 또는 터널.
- 직사광선이 비치고 그림자가 있는 실외 장면.
- 창에 반사광이 많은 사무실 건물 또는 쇼핑몰.

아래는 WDR 장면을 처리하는 기술이 없는 감시 카메라로 광역 역광 보정(WDR) 장면을 캡처한 예입니다.



그림 2.1 광역 역광 보정(WDR)을 통한 일반적인 감시 장면: 주차장 내부와 입구. 두 이미지는 노출 시간을 다르게 해서 촬영했으며 왼쪽은 노출 시간이 짧은 이미지이고 오른쪽은 긴 이미지입니다.

사용한 노출 시간에 따라 카메라가 밝은 입구와 외부를 보거나 어두운 주차장 내부를 볼 수 있습니다. WDR 기능이 없는 카메라는 전체 장면 내용을 하나의 이미지로 캡처할 수 없습니다.

아래 이미지는 장시간 노출 이미지에 짧은 노출 이미지가 삽입되어 있거나 그 반대의 경우입니다. WDR 기능이 없는 카메라가 장면의 중요한 객체를 놓치고 있다는 증거입니다.



그림 2.2 이전과 같은 장면. 왼쪽 이미지는 노출 시간이 짧았을 때 놓친 부분을 자세히 보여줍니다. 오른쪽 이미지는 노출 시간이 길었을 때 놓친 부분을 자세히 보여줍니다.

전체 장면 내용을 캡처하려면 WDR 기능이 있는 감시 카메라가 필요합니다. 이러한 카메라는 하나의 이미지에 양극단을 포착할 수 있습니다. 즉, 조명이 밝은 입구와 주차장 안의 어두운 그림자 속의 세부 사항을 선명하게 보여줍니다. WDR 기능이 없는 카메라는 장면의 어두운 영역 또는 밝은 영역 중 하나에서만 사용 가능한 이미지를 생성할 수 있으며, 나머지 영역은 노출 부족 또는 과다 노출 상태가 됩니다.

3 카메라 다이내믹 레인지의 물리적 제약

카메라의 다이내믹 레인지가 제한되는 주된 이유는 카메라 센서에 빛이 캡처되는 방식, 이미지가 처리되는 방식, 빛 자체의 특성과 관련이 있습니다. 보다 실질적인 용어로 설명하면, 다이내믹 레인지는 픽셀 크기, 노출 시간, 노이즈, 비트 심도에 따라 달라집니다.

3.1 픽셀 크기 및 노출 시간

빛은 광자라고 하는 개별 에너지 묶음으로 이루어져 있습니다. 장면의 조명 강도가 증가하면 카메라에 전달되는 광자 수가 많아지는 것입니다. 하지만, 카메라 또는 그 이미지 센서는 노출 시간 내에 제한된 수의 광자만 탐지할 수 있습니다.

이미지 센서는 포착된 광자를 전자로 변환할 수 있는 픽셀이라고 하는 수 백만 개의 감광성 점으로 구성됩니다. 카메라가 이미지를 만들 때 각 픽셀의 전자 수를 측정하여 캡처한 장면의 여러 부분에 조도 정보를 제공합니다.

각 픽셀은 설정된 크기를 가지며, 포화되기 전에 설정된 수의 전자만 보유할 수 있습니다. 최신 카메라에 픽셀 수를 최대화하고 싶지만 비용 상의 이유로 전체 센서 크기를 줄이면서 픽셀 크기를 효과적으로 제한합니다.

광역 역광 보정(WDR) 장면의 경우, 장시간 노출은 이미지의 밝은 부분에 있는 픽셀을 포화시킵니다. 노출 시간을 줄이고 광자를 짧은 시간 동안 수집하면 밝은 부분에서 광자가 넘치는 것을 피할 수 있습니다. 하지만, 노출 시간이 짧으면 어두운 부분에서 수집되는 광자 수가 매우 적어질 수 있습니다. 빛의 입자 특성과 포톤 샷 노이즈(photon shot noise)라고 하는 현상 때문에 이 부분의 이미지는 시각적인 노이즈가 많아지게 됩니다. 픽셀에 대한 올바른 노출 시간은 신호 대 잡음비(signal-to-noise ratio, SNR)를 최대화하는 시간이며, 따라서 이미지의 어두운 부분에 있는 픽셀보다 밝은 부분에 있는 픽셀에 대한 노출 시간이 더 짧습니다.

3.2 노이즈 및 비트 심도

픽셀 레벨에서 다이내믹 레인지는 최대 신호를 노이즈 플로어(noise floor)로 나눈 값으로 정의됩니다. 노이즈 플로어는 모든 노이즈 소스의 합계 강도보다 높게 확인될 수 있는 최저 신호 강도를 결정합니다. 일부 노이즈는 전자 수를 계산하고 픽셀 당 판독 값을 생성하는 아날로그-디지털 변환기 결함에 의해 생깁니다. 또 다른 유형의 노이즈로는 포톤 샷 노이즈가 있으며 완벽한 장비일지라도 이 노이즈를 피할 수 없습니다. 모든 노이즈는 실제 장면의 실제 밝기를 반영하지 않는 픽셀 값을 만듭니다.

비트 심도는 한 픽셀에서 정보를 캡처하는 데 사용되는 비트 수를 나타내며 감지할 수 있는 조도를 결정합니다. 보안 카메라는 일반적으로 비트 심도가 10비트입니다. 이론적으로 비트 심도가 커지면 감지할 수 있는 조도가 증가하지만, 실제로는 센서 픽셀이 충분히 크고 노이즈가 충분히 낮은 경우에만 이미지 품질이 좋아집니다. 센서 데이터에 노이즈가 많으면 비트 수를 높이는 것이 큰 효과를 보지 못합니다.

3.3 이미지 디스플레이

비트 깊이와 관련하여 보안 전문가가 감시 영상을 보는 일반 모니터의 비트 심도는 컬러 채널 당 8비트에 불과하다는 사실을 명심해야 합니다. 즉, 센서의 10비트에서 모니터의 8비트로 변환하는 알고리즘은 우수한 WDR 결과를 이루기 위해 매우 중요합니다.

4 카메라 다이내믹 레인지 확대를 위한 일반적인 방법

카메라의 다이내믹 레인지 제한을 피하면서 우수한 WDR 이미징을 달성하기 위해 여러 가지 방법이 개발되었습니다. 더 나은 결과를 만들기 위해 여러 방법이 결합되기도 합니다. 각각의 방법은 아티팩트라 부르는 다양한 시각적 이상 현상을 가져오기 때문에, 모든 적용 분야에 적합한 단일 기술은 없습니다. 한 사용 사례에서는 보이지 않는 아티팩트가 다른 사용 사례에서는 시스템 사용을 완전히 불가능하게 만드는 치명적인 문제가 될 수 있습니다. 자주 발생하는 아티팩트에 대한 설명은 7장을 참조하십시오.

4.1 이중 또는 다중 노출 사용

병합 알고리즘을 사용하면 여러 노출 시간으로 캡처한 다중 이미지를 단일 이미지 형태로 통합할 수 있습니다. 다이내믹 레인지를 확대하기 위한 가장 일반적인 방법입니다. 그러나 순차적 캡처로 인해 이 방법은 장면에 모션과 관련된 아티팩트를 유발합니다. 일반적으로 빠른 움직임은 문제가 될 수 있습니다. 두 번의 캡처 사이에 객체의 위치가 달라져 두 노출 이미지를 병합하지 못하기 때문입니다.

이중 노출 방식에는 매우 짧은 노출과 긴 노출이라는 두 가지 노출 시간이 필요합니다. 짧은 노출 시간은 현대의 다양한 인공 조명(LED 등)과 동기화될 수 없으므로, 이미지의 밝은 영역에서 플리커 현상이 매우 뚜렷하게 나타날 수 있습니다.

이중 노출로 인해 발생하는 일반적인 아티팩트는 다음과 같습니다.

- 깜박임
- 모션 블러 및 고스팅
- 장면의 어두운 부분에서 발생하는 노이즈
- 장면의 중간 회색 영역에서 나타나는 예상치 못한 노이즈

4.2 이중 또는 다중 감도 픽셀 사용

이 방법을 사용할 경우 카메라가 광감도가 다른 두 가지 이상의 픽셀 유형이 포함된 이미지 센서를 사용합니다. 따라서 기본적으로 한 가지 노출로 각 픽셀 세트마다 1개씩 어두운 이미지와 밝은 이미지의 두 가지 이미지를 생성할 수 있습니다. 병합 알고리즘과 톤 매핑을 사용하여 여러 이미지를 실시간으로 결합함으로써 최종 이미지를 생성합니다. 인접 픽셀의 감도 차이를 나타내는 고정 감도비 등 일반적인 제약이 있어서 이 방법으로 달성할 수 있는 다이내믹 레인지가 제한됩니다. 동시 노출을 통해 모션 및 깜박임과 관련된 아티팩트를 피할 수 있지만 다른 유형의 아티팩트가 대신 유발될 수 있습니다. 예를 들어, 이 방법에 의해 해상도가 감소하기 때문에 이미지에 모아레 패턴(moiré patterns)과 계단 효과가 생길 수 있습니다(이미지를 만드는 데 사용할 수 있는 픽셀이 적기 때문). 또한 픽셀 두 세트를 결합하는 처리는 복잡할 수 있으며 일부의 경우 다른 문제가 생길 수 있습니다. 일반적인 아티팩트:

- 모아레 패턴과 계단 효과
- 노이즈
- 흐릿함

4.3 대비 증강 사용

적게 노출된 이미지를 사용해 디지털 방식으로 가장 어두운 부분을 밝게 만드는 디지털 방법입니다. 이 방법은 캡처된 다이내믹 레인지를 실제로 확장하지는 않지만, 특히 과다 노출된 영역의 최종 이미지에서 감지 가능성을 개선할 수 있습니다. 제한된 다이내믹 레인지와 모션이 많은 장면에 매우 유용합니다. 일반적으로 유발되는 아티팩트는 다음과 같습니다.

- 어두운 영역의 예상치 못한 노이즈
- 일부 영역의 매우 적은 회색 레벨
- 자연스럽게 못한 색상

4.4 국소 대비 증강 사용

전통적으로 카메라는 전역 방법을 사용해 톤 커브를 조정합니다. 즉, 이미지의 모든 픽셀을 동일하게 변환합니다. 또한 국소 방법을 사용해 센서 영역마다 톤 커브를 다르게 조정할 수 있습니다. 캡처한 다

이내믹 레인지가 실제로 확장되지는 않지만 대비를 완화해서 다이내믹 레인지가 낮은 화면에 보다 나은 영상을 부여하는 강력한 시각화 도구입니다. 일반적인 아티팩트는 이 방법을 사용하는 강도에 달려 있으며 다음 결합이 포함될 수 있습니다.

- 고스팅(Ghosting)
- 카투닝(Cartooning)
- 대비 부족
- 과도한 색상

5 Axis 카메라의 WDR 이미징

Axis는 WDR 이미징을 위한 몇 가지 솔루션을 제공하며 아티팩트를 줄이기 위해 앞 장에 설명된 일반적인 몇 가지 방법과 최첨단 이미지 처리 및 절차를 결합합니다.

5.1 Axis가 설명하는 WDR 성능

Axis는 WDR 솔루션을 평가하기 위해 몇 가지 주요 관점을 선정했습니다. 특정 감시 사례에 적합한 솔루션을 결정할 때 사례의 상황에 따라 이 관점을 다르게 평가해야 합니다. 관점 평가는 실제 사용과 주관적 판단을 기반으로 이루어집니다.

표 5.1 WDR 성능 판단에 사용되는 관점.

관점	의미
모션	모션 및 깜박임과 관련된 아티팩트를 어떻게 회피할 수 있나?
도달 거리	실질적인 다이내믹 레인지. dB 값과 관련됨.
표현	어려운 장면에서 이미지를 어떻게 구현하나?

모션의 관점 평가에는 샘플링 기술과 관련된 아티팩트를 유발하지 않고 모션이 포함된 장면을 캡처하는 솔루션 기능이 요약됩니다. 깜박임 처리는 이 관점에서 중요한 요소이며 아티팩트 병합을 피하는 것은 또 다른 문제입니다.

도달 거리의 관점 평가에는 이미지의 감시 유용성은 유지하면서 이미지의 가장 밝은 부분과 가장 어두운 부분 사이의 밝기 차이가 얼마나 큰지 요약됩니다.

표현의 관점 평가에는 어려운 조명 조건을 구현하는 솔루션 기능이 요약되지만 컴퓨터 모니터의 보안 담당자가 볼 수 있는 이미지를 계속 렌더링합니다. 세부 묘사가 가려질 수 있기 때문에 가능한 높은 충실도로 장면을 구현하지 않는 것이 목표입니다.

5.2 Axis WDR 솔루션

카메라의 다이내믹 레인지는 일반적으로 dB 값으로 지정되며 이전 단원에서 설명한 도달 거리 관점과 관련이 있습니다. 그러나 일반적인 감시 장면에 유용성과 세부 묘사를 제공하기 위해 Axis WDR 솔루션은 도달 거리 관점에서 모션과 표현 관점을 우선시합니다. 이 우선 순위로 인해 Axis 카메라가 dB 값보다 우수한 다이내믹 레인지 이미징을 제공할 수 있습니다. 감소된 아티팩트와 향상된 유용성을 고려할 때 dB 값이 낮은 Axis 카메라가 높은 dB 값의 타사 카메라 성능을 능가할 수 있습니다. dB 값에 대한 자세한 내용은 6장을 참조하십시오.

Axis WDR 솔루션이 아래에 나와있습니다.

- **Forensic WDR**은 이중 노출과 국소 대비 증강 방법을 결합한 것입니다. 포렌식 유용성을 극대화하도록 조정된 이미지를 제공합니다. 최신 이미지 처리 알고리즘을 채택한 이 기술은 시각적 노이즈와 아티팩트를 효과적으로 줄여줍니다. Forensic WDR은 모션이 있는 장면과 초고해상도 카메라에도 적합합니다.

- **WDR - Forensic Capture**는 이중 노출과 국소 대비 증강 방법을 결합한 것입니다. 포렌식 유용성을 극대화하도록 조정된 이미지를 제공합니다.
- **WDR - Dynamic Capture**는 노출 시간이 다른 이미지를 병합하기 위해 이중 노출 방법을 사용합니다.
- **WDR - Dynamic Contrast**는 매우 제한된 다이내믹 레인지의 대비 증강 방법을 사용하지만 아티팩트가 거의 없습니다. 이 방법은 단일 노출을 사용하기 때문에 모션이 많은 장면에서 잘 맞습니다.

일부 Axis 카메라는 다이내믹 레인지를 확장하기 위해 이처럼 다양한 방법을 지정되지 않은 방식으로 조합하여 사용합니다. 이러한 카메라에서 WDR 솔루션은 각 특정 카메라에 맞게 조정되며 제품 정보 문서에 "WDR"로 표시됩니다.

AXIS WDR 솔루션은 사전 설정되어 있지만, 이중 노출의 커짐/꺼짐을 선택할 수 있습니다. 일부 사용자는 Forensic WDR 기능이 탑재된 카메라를 구입한 후, 장면 내 모션이 많아 이중 노출을 끄고 로컬 대비 향상 기능만을 사용하게 됩니다. 일부 센서와 시스템 온 칩(SoC)은 성능상의 이유로 고해상도화 이중 노출을 동시에 처리할 수 없습니다. 이러한 카메라는 로컬 대비 향상 기능만 사용하도록 제한됩니다.

일부 카메라에서는 이중 노출을 끄면 프레임 레이트가 증가하며, 경우에 따라 최대 두 배까지 향상될 수 있습니다.

아래 표는 성능의 관점에서 Axis WDR 솔루션에 대한 평가를 보여줍니다.

표 5.2 Axis WDR 솔루션의 모션, 도달 범위, 외관 측면에 따른 등급 평가. +: 성능 등급을 나타냅니다. -: 다이내믹 레인지 기능이 없는 일반 카메라의 성능을 나타냅니다.

WDR 솔루션	모션 모션 및 깜박임과 관련된 아티팩트를 어떻게 회피할 수 있나?	도달 거리 카메라가 실제 장면에서 가장 어두운 영역과 가장 밝은 영역의 차이를 얼마나 잘 처리할 수 있습니까? (dB 값이라고 함)	표현 어려운 장면에서 이미지를 어떻게 구현하나?
Forensic WDR	+++	+++	+++++
WDR - 포렌식 캡처	++	+++	+++
WDR - 다이내믹 캡처	+	+	++
WDR - 다이내믹 대비	+++++	-	-

평가에 따르면 일반적으로 가장 성능이 우수한 WDR 솔루션은 Forensic WDR이며 WDR - 포렌식 캡처에 비해 모션 관점과 표현 관점이 모두 개선됩니다. 하지만, 두 가지 포렌식 솔루션 모두 어려운 장면의 이미징에서 혁신적인 개선을 이루었습니다. 밝은 부분을 과도하게 노출하지 않고 장면의 어두운 부분을 자세히 볼 수 있는 Axis WDR 솔루션의 성능은 비교할 수 없이 우수하며 이미지에 특출한 포렌식 가치를 부여합니다.

포렌식 솔루션의 목적은 포렌식 유용성을 우선시하는 것이기 때문에 모든 그림자가 밝아지고 세부 묘사가 향상되어 평소에 익숙한 브로드캐스트 비디오와 매우 다른 모양과 느낌으로 이미지가 제공됩니다. Forensic WDR 카메라를 사용하면, 세부 묘사가 생략되지 않은 상태로 장면의 다이내믹 레인지가 매우 낮은 다이내믹 레인지로 압축됩니다. 전문 직원이 실시간 영상과 녹화된 영상을 검토하는 보안 센터에서 눈의 피로 없이 시청할 수 있도록 비디오가 최적화됩니다.

아래 그림은 두 가지 카메라로 캡처한 장면을 비교합니다. 왼쪽은 WDR 기능이 없는 카메라이고 오른쪽은 Forensic WDR 기능이 있는 Axis 카메라입니다. Forensic WDR을 사용하면 실내와 실외 역광 상태에서 디테일이 선명하게 보입니다.



그림 5.1 강한 역광 상태의 실내 장면. WDR 기능이 없는 카메라(왼쪽)와 Forensic WDR 기능이 있는 Axis 카메라(오른쪽) 간 비교.

6 dB 단위의 다이내믹 레인지 성능

카메라의 다이내믹 레인지 성능은 일반적으로 dB 값으로 지정되며 5장에 나온 도달 범위 관점과 관련이 있습니다.

dB 값은 가장 밝은 물체의 밝기와 카메라로 캡처할 수 있는 가장 어두운 물체의 밝기 사이의 비율을 측정한 것입니다. 비율이 1000:1이면 dB 값은 이 비율의 로그를 계산하고(이 경우 3) 20을 곱한 60 dB입니다.

이 레벨 아래의 모든 신호는 노이즈에 덮이기 때문에 가장 어렵게 감지할 수 있는 레벨을 센서 픽셀의 노이즈 플로어로 정의할 수 있습니다. 이 정의에 따르면 우수한 이미지 센서는 일반적으로 약 70 dB의 다이내믹 레인지에 도달할 수 있습니다. WDR 기술을 사용하면 카메라의 실제 dB 값을 변경하지 않으면서 실제 다이내믹 레인지 또는 도달 범위를 늘릴 수 있습니다.

하지만, dB 값이나 도달 거리가 카메라의 최대 다이내믹 레인지 성능을 나타내는 것은 아닙니다. 또한 WDR 이미지 품질은 사용한 WDR 방법, 보이는 아티팩트가 남아 있는지, 이미지 처리 품질에 달려 있습니다. 이러한 요소 중 일부가 5장에 지정된 표현과 모션 관점으로 요약되어 있습니다.

아래의 오른쪽 이미지가 왼쪽 이미지보다 지정된 dB 값이 낮은 카메라로 촬영한 이미지입니다. 이 광역 역광 보정(WDR) 장면에서 dB 값이 낮은 카메라가 예상과 달리 비디오 감시에 적합한 이미지를 명확하게 구현했습니다. 낮은 dB 카메라에 분명히 WDR 성능을 개선하는 우수한 이미지 처리 기능 같은 다른 기능이 있습니다.



그림 6.1 다른 dB 값의 카메라로 캡처한 역광 상태 실내. 예상과 달리 오른쪽 이미지가 왼쪽 이미지보다 지정된 dB 값이 낮은 카메라로 촬영한 이미지입니다.

7 WDR 이미징의 아티팩트

이 장에서는 몇 가지 가장 일반적인 시각적 아티팩트와 그 원인을 설명합니다.

- 모션 블러: 모션 블러는 장면에 급격한 움직임이 있거나 노출 시간이 너무 길어 단일 프레임 중에 기록되는 이미지가 변할 때 발생할 수 있습니다. 다중 노출을 사용하는 WDR 카메라에서는 밝기에 따라 이미지의 영역별로 서로 다른 수준의 모션 블러가 발생합니다.



- 고스팅 다중 노출을 사용하여 하나의 이미지를 생성할 경우, 움직이는 객체가 서로 다른 위치에서 포착될 수 있습니다. 이로 인해 움직이는 객체나 사람 주변에 유령 같은 효과가 나타날 수 있습니다.



- **깜박임으로 인한 왜곡:** 플리커 조명으로 인한 아티팩트는 모든 유형의 카메라에서 나타날 수 있습니다. 일정한 조도가 정상 조건으로 가정되므로, 형광등이나 LED 조명과 같이 변조되는 광원은 해결해야 하는 과제가 됩니다. 카메라 유형에 따라, 줄무늬 또는 시각적인 점멸 현상과 같은 아티팩트가 나타날 수 있습니다. 다중 노출을 사용하는 WDR 카메라에서는 일반적으로 짧은 노출에서 플리커 효과가 가장 강하게 나타납니다. 이로 인해 서로 다른 노출 시간으로 촬영된 영역 간에 뚜렷한 경계가 생겨 이미지에서 플리커가 더욱 두드러지게 나타날 수 있습니다.



- **예상치 못한 노이즈:** 두 개 이상의 이미지를 합쳐 더 넓은 다이내믹 레인지를 가진 새로운 이미지를 만들 경우, 이 새로운 이미지는 실제로 다이내믹 레인지가 크게 넓은 이미지와 동일한 노이즈 특성을 보이지는 않을 것입니다. 감수해야 하는 절충 사항 중 하나는, 결합된 이미지의 노이즈가 이상적인 이미지보다 많다는 점입니다. 이 노이즈는 모든 밝기 수준에 고르게 분포되지 않으며, 두 이미지가 혼합된 영역에서 더욱 심하게 나타납니다. 카메라의 노이즈 필터가 이 효과를 보정하지 못할 경우, 노이즈가 없어야 할 영역에서 예상치 못한 노이즈가 나타날 수 있습니다.



- 카투닝 및 부자연스러움: 다이내믹 레인지가 매우 넓은 장면은 일반 모니터에서는 제대로 표시하기 어려울 수 있습니다. 정교한 이미지 처리로 색상과 대비를 최대한 보존하려 하지만, 경우에 따라 이미지를 자연스러운 방식으로 렌더링하기에 충분하지 않을 수 있습니다. 그 결과 이상한 색상이 나타나거나 전반적으로 부자연스러운 느낌이 발생할 수 있습니다.



- 퍼플 프린징: 퍼플 프린징(때로는 블루 프린징)은 렌즈의 색수차로 인해 이미지 내의 선명한 고대비의 가장자리에 보라색 음영이 생기는 현상입니다. 색수차는 빛의 파장이 렌즈에서 동일하게 굴절되지 않아 센서에서 약간 어긋나거나 초점이 맞지 않게 될 때 발생합니다. 이 효과는 센서 가장자리 근처에서 더 강하게 나타날 수 있습니다. WDR 카메라는 색상과 대비를 더 잘 보존하기 때문에 일반 카메라보다 색수차에 더 민감할 수 있습니다. WDR 기능이 없는 카메라의 경우 밝은 광원에 가장 가까운 영역에서 포화나 과다 노출로 인해 색상 정보가 사라질 수 있는 반면, WDR 카메라

는 해당 영역의 색상 정보를 보존해내기 때문에 결과적으로 광학 시스템의 약점이 더 눈에 띄게 나타날 수 있습니다.



- 렌즈 플레어 및 헤이즈: 빛이 광학 렌즈 시스템에 입사될 때, 일부 빛은 제대로 포집되지 않고 렌즈 시스템 내에서 산란됩니다. 이 빛 중 일부는 산란되는 빛을 줄이기 위해 설계된 내부 배플에 의해 수집되지만, 일부는 잘못된 지점의 이미지 센서에 도달해 여러 유형의 아티팩트를 유발합니다. 가장 일반적인 아티팩트는 태양처럼 강한 광원을 향해 있는 대부분의 카메라에 나타나는 렌즈 플레

어(lens flare)입니다. 헤이즈(haze)라고 하는 또 다른 효과는 이미지의 더 넓은 부분에서 대비와 채도를 감소시킵니다. 두 효과 모두 이미지 내의 강한 광원, 광역 역광 보정(WDR) 장면, 더러운 전면 유리, 또는 렌즈 시스템 내의 먼지로 인해 특히 두드러집니다. 카메라에 기상 보호막을 설치하면 플레어와 헤이즈 현상을 모두 줄일 수 있습니다. WDR 카메라의 성능, 즉 매우 넓은 다이내믹 레인지를 가진 장면을 포착하고 재현하는 능력은 여전히 광학 시스템의 산란광에 의해 제한됩니다.



Axis Communications에 대하여

Axis는 보안, 안전, 운영 효율성 및 비즈니스 인텔리전스를 향상시켜 더 스마트하고 더 안전한 세상을 실현합니다. 네트워크 기술 회사이자 업계 선도 기업인 Axis는 영상 감시, 접근 제어, 인터콤 및 오디오 솔루션을 제공합니다. 이러한 솔루션은 지능형 분석 애플리케이션으로 보완되고 고품질 교육을 통해 지원됩니다.

50개 이상의 국가에서 약 5,000명의 Axis 임직원이 전 세계의 기술 및 시스템 통합 파트너와 협력하여 고객에게 최적의 솔루션을 제공하고 있습니다. Axis는 1984년에 설립되었으며 본사는 스웨덴 룬드에 있습니다.